

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

16 MAR 2005

REC'D 04 DEC 2003

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung***EP/03/10237***Aktenzeichen:**

102 43 051.9

Anmeldetag:

17. September 2002

Anmelder/Inhaber:

Giesecke & Devrient GmbH, München/DE

Bezeichnung:Verfahren und Prüfeinrichtung zur Prüfung von Wert-
dokumenten**IPC:**

G 07 D 7/12

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 17. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Verfahren und Prüfeinrichtung zur Prüfung von Wergedokumenten

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prüfung von Wergedokumenten, insbesondere von Banknoten, sowie eine entsprechende Prüfeinrichtung gemäß
5 dem Oberbegriff der Ansprüche 1 bzw. 13.

Gattungsgemäße Verfahren und Prüfeinrichtungen werden unter anderem dazu verwendet, Banknoten auf ihren Gebrauchszustand, insbesondere im Hinblick auf Verschmutzung und Flecken, zu überprüfen. Hierbei wird von
10 der Menge des durch eine zu prüfende Banknote transmittierten Lichts und/oder des von der Banknote reflektierten Lichts auf den Grad der Verschmutzung der zu prüfenden Banknote geschlossen. Da das Reflexions- und Transmissionsverhalten stark mit der Dicke des Banknotenpapiers variiert, können aufgrund von Dickenänderungen in der Banknote, beispielsweise
15 aufgrund von chargenbedingten Dickenschwankungen und/oder im Bereich von Wasserzeichen, Flecken oder andere Verschmutzungen nicht mehr ausreichend zuverlässig erkannt werden.

In der DE 100 05 514 A1 wird vorgeschlagen, zum Ausgleich von Dickenschwankungen eine Kompensationsbeleuchtung vorzusehen, mit welcher
20 das zu prüfende Wergedokument in einem Meßbereich von beiden Seiten mit einer über den gesamten Meßbereich konstanten Intensität beleuchtet wird. Ein Detektor erfaßt dabei gleichzeitig die Intensität des von der einen Seite auf das Wergedokument gestrahlten und vom Wergedokument reflektierten
25 sowie von der anderen Seite auf das Wergedokument gestrahlten und durch das Wergedokument transmittierten Lichts. Hierbei bleibt die vom Detektor erfaßte Intensität auch bei einer Veränderung der Dicke des Wergedokuments über den Meßbereich bei einem sauberen Wergedokument konstant. Abweichungen der erfaßten Intensität von einem vorgegebenen Normwert weisen
30 dagegen auf Veränderungen, insbesondere auf Flecken und Verschmutzungen, in der Banknote hin.

Ein Problem bei diesem Verfahren besteht jedoch darin, daß eine über den gesamten Meßbereich gleichmäßige Beleuchtung von beiden Seiten des Wertpapiers erforderlich ist, d.h. das Beleuchtungsprofil beider Lichtquellen muß auf beiden Seiten identisch sein, um eine ideale Kompensation zu erreichen. Ansonsten führt eine Über- oder Unterkompensation dazu, daß Dickenschwankungen nicht vollständig ausgeglichen werden und das Meßergebnis beeinflussen können. Wie die Erfahrung zeigt, führen Fertigungstoleranzen bei den bisher üblichen Beleuchtungsprinzipien zu Abweichungen von etwa $\pm 15\%$ in der Intensität des Beleuchtungsprofils. Eine Fehlkom-
10 pensation der Beleuchtung um 15% kann bei einer typischen Nominaldicke des Werdokuments von $80\text{ }\mu\text{m}$ bereits zu Abweichungen der erfaßten Intensität um 3% vom Normwert führen. Abweichungen in dieser Größenordnung sind für eine zuverlässige Erkennung von Verschmutzungen und Flek-
15 ken jedoch zu hoch.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Alternative zu dem bekannten Stand der Technik zu schaffen, welche ohne großen technischen Aufwand und auf kostengünstige Weise unabhängig von Dickenschwankungen des Werdokuments eine sichere Überprüfung von Werdokumen-
20 ten ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren und die Prüfeinrichtung mit den Merkmalen der Ansprüche 1 bzw. 13 gelöst. In davon abhängigen Ansprü-
25 chen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß die Intensitäten des transmittierten und reflektierten Lichts separat erfaßt werden, für

die verschiedenen Meßorte jeweils die Summe der Intensitäten des transmittierten und reflektierten Lichts gebildet wird und die Summe mit einem vorgegebenen Normwert verglichen wird.

- 5 Die erfindungsgemäße Prüfeinrichtung bildet die bekannten Vorrichtungen dadurch weiter, daß das Beleuchtungssystem und das Detektorsystem zur separaten Erfassung der Intensität des transmittierten und des reflektierten Lichts ausgebildet sind, eine Auswerteeinheit zur Bildung der Summe der Intensitäten des transmittierten und reflektierten Lichts für die verschiedenen Meßorte und zum Vergleich der Summe mit einem vorgegebenen Normwert vorgesehen ist.
- 10

Bei dem erfaßten reflektierten Licht handelt es sich insbesondere um diffus reflektiertes, d.h. remittiertes, Licht.

15

- Die Erfindung basiert auf dem Gedanken, das Beleuchtungssystem und das Detektorsystem derart auszubilden, daß einerseits die Intensität des transmittierten Lichts und andererseits die Intensität des reflektierten Lichts separat erfaßt werden kann. Die Intensitäten des transmittierten und reflektierten Lichts werden in einer Auswerteeinheit für jeden einzelnen Meßort aufaddiert, so daß für jeden Meßort genau ein Summenintensitätswert erhalten wird. Die einzelnen Summenintensitätswerte werden dann jeweils mit einem vorgegebenen Normwert verglichen, um aus etwaigen Abweichungen auf das Vorliegen von Verschmutzungen zu schließen.
- 20

25

In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die an den verschiedenen Meßorten erfaßten Intensitätswerte vor der Summenbildung zum Ausgleich örtlich unterschiedlicher Meßbedingungen korrigiert werden. Eine entsprechende Korrektureinheit kann ebenso wie eine für die

Addition der korrigierten Intensitätswerte ausgebildete Additionseinheit in Form von Hardware realisiert werden. Es ist aber auch möglich, diese Einheiten in Form von Software auf einem Mikroprozessor oder dergleichen, welcher beispielsweise zur Steuerung der Prüfeinrichtung dient, zu realisieren. Ebenso kann es sich hierbei auch um softwaremäßige Realisierungen auf einem üblichen Rechner handeln, an den die Rohdaten von dem Detektorsystem zur Korrektur übermittelt werden.

Bei der Korrektur werden insbesondere örtliche Intensitätsschwankung der bei der Messung gegebenen Beleuchtung berücksichtigt. Die durch Schwankungen im Beleuchtungsprofil hervorgerufenen Meßwertschwankungen lassen sich auf diese Weise stark reduzieren, was die Zuverlässigkeit des Verfahrens weiter erhöht. Ein besonderer Aufwand bei der Konstruktion des Beleuchtungssystems ist dabei nicht erforderlich.

Bei diesem Verfahren kann gleichzeitig auch eine Korrektur zum Ausgleich örtlich unterschiedlicher Detektorspezifikationen, wie beispielsweise unterschiedlicher Empfindlichkeiten der einzelnen Detektorelemente und unterschiedlicher Dunkelströme, erfolgen.

Um diese Korrekturen durchzuführen, wird vorzugsweise jeder gemessene Intensitätswert vor der Summenbildung um einen für den betreffenden Meßort ermittelten Dunkelstrommeßwert reduziert. Außerdem wird jeder Intensitätswert zusätzlich mit einem für den jeweiligen Meßort ermittelten Korrekturfaktor multipliziert. Die Prüfeinrichtung weist hierzu vorzugsweise einen Speicher auf, in dem für die verschiedenen Meßorte Dunkelstrommeßwerte und Korrekturfaktoren hinterlegt sind. Diese Daten werden z. B. bei einer Montage bzw. Inbetriebnahme der Prüfeinrichtung sowie gegebene

nenfalls später in speziellen Abgleichmessungen ermittelt und dann in dem nicht flüchtigen Speicher hinterlegt.

5 Die Dunkelstrommeßwerte werden dabei durch Intensitätsmessungen bei abgeschalteter Beleuchtung ermittelt. Bei diesen Dunkelströmen handelt es sich um Abweichungen der einzelnen Detektorelemente des Detektorsystems von Null. Daher reicht es aus, wenn für jedes einzelne Detektorelement ein solcher Dunkelstromwert gemessen wird, welcher dann für alle Meßorte gilt, die mit diesem Detektorelement vermessen wurden.

10

Die Korrekturfaktoren dienen zum einen zur Kompensation der unterschiedlichen Beleuchtungsintensitäten und zum anderen zur Kompensation der Empfindlichkeiten der einzelnen Detektorelemente, mit denen an den einzelnen Meßorten die Messungen durchgeführt werden. Dabei werden
15 unterschiedliche, ortsabhängige Korrekturfaktoren für die Transmissionsmessung und die Reflexionsmessung benötigt. Da jedes Detektorelement genau einen Punkt innerhalb des Beleuchtungsprofils beobachtet, reicht es hier ebenfalls aus, wenn für jedes Detektorelement jeweils ein Korrekturfaktor für die Transmission und für die Reflexion ermittelt wird und diese Korrekturfaktoren dann für alle mit diesem Detektorelement vermessenen Mes-
20 sorte verwendet werden. Die Korrekturfaktoren werden auf Basis von Intensitätswerten gewonnen, die bei Abgleichmessungen an normierten Probedokumenten, beispielsweise an homogenen weißen Folien, unter idealen Bedingungen gemessen werden.

25

Sofern die zu prüfenden Werdokumente neben der Lichtstreuung auch Lichtabsorption zeigen, können vor einer Addition die bereits korrigierten Transmissionsintensitäten noch mit einem Gewichtungsfaktor gewichtet werden, der die Absorption berücksichtigt.

Eine besonders effektiv arbeitende Prüfeinrichtung, die in der Lage ist, mit einem hohen Durchsatz Wertdokumente vollflächig zu überprüfen, weist eine Transporteinrichtung auf, bei der die Wertdokumente für die Messung
5 in einer Transportrichtung an dem Beleuchtungssystem und einem passend dazu positionierten Detektorsystem vorbei geführt werden.

Das Beleuchtungssystem erzeugt dabei ein sich quer zur Transportrichtung erstreckendes Beleuchtungsprofil. Dies kann mit einer aus einer Leucht-
10 diodenzeile bestehenden Beleuchtungseinrichtung oder auch mittels eines Felds mit mehreren sich quer zur Transportrichtung erstreckenden Leucht- diodenzeilen erreicht werden.

Das Detektorsystem weist dementsprechend vorzugsweise eine oder auch
15 mehrere Detektoreinrichtungen auf, die eine Mehrzahl von passend zum Beleuchtungsprofil quer zur Transportrichtung in einer Reihe positionierte Detektorelemente umfassen. Hierbei kann es sich z.B. um eine Photodioden- zeile oder mehrere hintereinander angeordnete Photodiodenzeilen handeln.

20 Die Erfindung erlaubt auf einfache und kostengünstige Weise eine sichere Überprüfung von Banknoten und anderen Wertdokumenten auf Gebrauchss-
spuren. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die separat gemessenen Reflexions- und Transmissionsintensitäten zur Ableitung von Aussagen bezüglich weiterer Eigenschaften der Wertdokumente ausgewer-
25 tet werden können. So können beispielsweise die gemessenen Reflexionsin- tensitäten zur Echtheitsprüfung verwendet werden. Die Transmissionsinten- sitätswerte können zur Erkennung von Löchern und Rissen genutzt werden.

Die Erfindung wird im folgenden unter Hinweis auf die beigefügten Figuren anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Figur 1 eine schematische Darstellung der Anordnung eines Beleuchtungssystems und eines Detektorsystems für eine Prüfeinrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;
- 10 Figur 2 eine schematische Darstellung der Anordnung eines Beleuchtungssystems und eines Detektorsystems für eine Prüfeinrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel;
- 15 Figur 3 ein Beispiel für den Dickenverlauf im Bereich eines Wasserzeichens einer Banknote; und
- 15 Figur 4 einen typischen Verlauf der Reflexions- und Transmissionsintensitäten entlang einer Meßspur bei einer nicht verschmutzten Banknote ohne Absorption.

20 Bei dem in Figur 1 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Prüfeinrichtung besteht das Beleuchtungssystem nur aus einer Beleuchtungseinrichtung, welche das Wertdokument, hier ein Banknote 1, von einer Seite 13 im Bereich um einen bestimmten Meßort 2 beleuchtet. Die Banknoten 1 werden dabei zur Messung in einer Transportrichtung R an der Beleuchtungseinrichtung 7 vorbeigezogen.

25

Bei der Beleuchtungseinrichtung 7 handelt es sich um eine Leuchtdiodenzeile, welche sich quer zur Transportrichtung R über die gesamte Breite der Banknote 1 erstreckt und die somit ein quer zur Transportrichtung R verlaufendes, breites Beleuchtungsprofil erzeugt. Das Licht wird hierbei schräg in

Transportrichtung R auf die Banknote 1 abgestrahlt und dabei möglichst homogen über das gesamte Beleuchtungsprofil auf einen schmalen Bereich um den Meßpunkt 2 fokussiert. Dies kann beispielsweise mit Hilfe geeigneter, insbesondere zylindrischer, Linsen erreicht werden. Anstelle einer einzelnen Leuchtdiodenzeile kann die Beleuchtungseinrichtung 7 auch mehrere parallel nebeneinander angeordnete Leuchtdiodenzeilen, d.h. ein ganzes Feld von Leuchtdioden, aufweisen.

10 In einem kurzen Abstand hinter dem Beleuchtungssystem 3 befindet sich in Transportrichtung R ein Detektorsystem 4. Dieses Detektorsystem 4 besteht hier aus zwei Detektoreinrichtungen 8 und 9. Die erste Detektoreinrichtung 8 ist auf derselben Seite der Banknote 1 wie die Beleuchtungseinrichtung 7 angeordnet und erfaßt die Intensität I_R des reflektierten, insbesondere remittierten, Lichtanteils. Die zweite Detektoreinrichtung 9 befindet sich direkt in Strahlrichtung des von der Beleuchtungseinrichtung 7 abgestrahlten Lichts auf der gegenüberliegenden Seite 14 der Banknote 1. Diese Detektoreinrichtung 9 erfaßt die Intensität I_T des durch die Banknote 1 transmittierten Lichtanteils.

20 Die beiden Detektoreinrichtungen 8 und 9 weisen jeweils eine Mehrzahl von Detektorelementen auf, welche in einer Reihe quer zur Transportrichtung nebeneinander angeordnet sind. Beispielsweise handelt es sich hier um eine Photodiodenzeile. Alternativ können auch mehrere Reihen solcher Detektorelemente parallel nebeneinander angeordnet sein, d.h. es kann sich um ein ganzes Feld von Detektorelementen handeln.

Durch die Verwendung einer quer zur Transportrichtung R angeordneten Detektorelementenzeile wird folglich entlang einer Mehrzahl von in Transportrichtung R parallel nebeneinander verlaufenden Meßspuren gemessen.

- Während des Transports der Banknote 1 in Transportrichtung R wird dabei in einem regelmäßigen Takt von der Detektoreinrichtung 8 die Intensität gemessen, so daß letztendlich, nachdem eine Banknote durch die Prüfeinrichtung transportiert wurde, ein vollflächiges „Transmissionsbild“ und ein
- 5 vollflächiges „Reflexionsbild“ der Banknote 1 erhalten werden.

- Der Abstand der einzelnen Detektorelemente bestimmt dabei die örtliche Auflösung in Richtung der quer zur Transportrichtung R verlaufenden Banknotenbreite. Üblicherweise kann eine solche Detektoreinrichtung zwischen 200 und 600 Sensorelemente in einer Zeile aufweisen, so daß dementsprechend zwischen 200 und 600 Meßspuren nebeneinander auf einer Banknote 1 gemessen werden. Die Auflösung in Transportrichtung R ist dagegen durch die Transportgeschwindigkeit und die Meßrate gegeben. Typischerweise liegt die Ortsauflösung in Transportrichtung R zwischen 0,1 und
- 10 1 mm, wobei erfahrungsgemäß bei einer Ortsauflösung von $7/16 \text{ mm} = 0,4375 \text{ mm}$ bereits eine gute Erkennung kleiner Schmutzflecken bei gleichzeitig ausreichender Eliminierung des Einflusses der Banknotenwolkigkeit erreicht wird.

- 20 Die von den beiden Detektoreinrichtungen 8 und 9 erfaßten Intensitäten $I_R(x)$ und $I_T(x)$ entlang der Meßspuren, d.h. für jeden einzelnen Meßort entlang einer Meßspur, werden wie folgt verarbeitet; hierbei ist x die Position eines Pixels, d.h. die Ortskoordinate in Transportrichtung R:

- 25 Es erfolgt zunächst eine Korrektur („Flat Field Correction“) der gemessenen Intensitäten $I_R(x)$ und $I_T(x)$ gemäß den Formeln

$$I_{RK}(x) = a(x) \cdot (I_R(x) - I_{RD}(x)) \quad (1)$$

und

$$I_{TK}(x) = b(x) \cdot (I_T(x) - I_{TD}(x)) \quad (2)$$

Hierbei sind $I_{RK}(x)$ und $I_{TK}(x)$ die korrigierten Intensitätswerte. Die Werte $a(x)$ und $b(x)$ sind ortsabhängige Korrekturfaktoren für die Reflexion bzw. die Transmission zum Ausgleich von Schwankungen des von der Beleuchtungseinrichtung 7 erzeugten Beleuchtungsprofils sowie zum Ausgleich der Empfindlichkeiten der einzelnen Detektorelemente an den verschiedenen Orten x . Bei den Werten $I_{RD}(x)$ und $I_{TD}(x)$ handelt es sich um Dunkelstromintensitäten. Dies sind gemessene Intensitätsanteile, die durch Dunkelströme der jeweiligen Detektorelemente an den einzelnen Orten x hervorgerufen werden. Die Dunkelstromintensitäten werden gemäß den Formeln (1) und (2) zunächst von den gemessenen Intensitäten $I_R(x)$ und $I_T(x)$ wieder abgezogen, bevor eine Korrektur mit den Korrekturfaktoren erfolgt.

Die Ermittlung der Dunkelstromintensitäten und der Korrekturfaktoren erfolgt in separaten Abgleichmessungen bei der Herstellung der Prüfeinrichtung und/oder zu späteren Zeitpunkten. Dabei werden zunächst die durch die Dunkelströme bedingten Intensitäten $I_{RD}(x)$ und $I_{TD}(x)$ an den einzelnen Orten x durch eine Messung bei abgeschalteter Lichtquelle ermittelt. Anschließend werden zur Ermittlung der Korrekturfaktoren Messungen an einer Standardprobe, beispielsweise einer homogenen weißen Folie, durchgeführt. Hierzu werden die Intensität $I_{RS}(x)$ des reflektierten Anteils des Lichts und die Intensität $I_{TS}(x)$ des transmittierten Anteils des Lichts bei eingeschalteter Lichtquelle, d.h. genau wie im Meßbetrieb, gemessen. Anschließend werden die Korrekturfaktoren $a(x)$ und $b(x)$ gemäß den Formeln

$$a(x) = \frac{1}{(I_{RS}(x) - I_{RD}(x))} \quad (3)$$

und

$$b(x) = \frac{1}{(I_{TS}(x) - I_{TD}(x))} \quad (4)$$

berechnet.

5

Nach der Korrektur erfolgt für jede Position x eine Addition der korrigierten Intensitätswerte

$$I_{RK}(x) + I_{TK}(x) = I_S(x), \quad (5)$$

10

wobei $I_S(x)$ der Summenintensitätswert ist. Der Summenintensitätswert $I_S(x)$ einer sauberen Banknote ist an allen Positionen x gleich 1 (bei entsprechender Normierung) oder gleich einem anderen konstanten Normwert. Bei verschmutzten Banknoten weicht dieser Wert in den Bereichen der Verschmutzung vom Normwert ab.

15

Sofern die zu prüfende Banknote neben Lichtstreuung auch Lichtabsorption zeigt, wie dies beispielsweise bei unterschiedlichen Produktionschargen von Banknoten der Fall sein kann, kann eine mit einem Gewichtungsfaktor $c(x)$ gewichtete Addition gemäß der Formel

20

$$I_{RK}(x) + c(x) \cdot I_{TK}(x) = I_S(x) \quad (6)$$

erfolgen.

25

Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Prüfeinrichtung. Hierbei weist das Beleuchtungssystem 5 zwei Beleuchtungseinrichtungen 10 und 11 auf. Die Beleuchtungseinrichtung 10 ist hierbei

wie die Beleuchtungseinrichtung 7 im ersten Ausführungsbeispiel aufgebaut und auch entsprechend ausgerichtet. Auch die auf der anderen Seite 14 der Banknote 1 angeordnete Beleuchtungseinrichtung 11 ist in gleicher Weise aufgebaut wie die erste Beleuchtungseinrichtung 10. Im Unterschied zum
5 Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 wird hier jedoch die Banknote 1 jeweils in demselben Bereich um den Meßort 2 wechselweise von der ersten Beleuchtungseinrichtung 10 und von der zweiten Beleuchtungseinrichtung 11 beleuchtet, was über eine entsprechende Ansteuerung der beiden Beleuchtungseinrichtungen 10 und 11 realisiert wird.

10

Das Detektorsystem 6 weist nur noch eine Detektoreinrichtung 12 auf, welche identisch aufgebaut und positioniert ist wie die erste Detektoreinrichtung 8 im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1. Diese Detektoreinrichtung 12 mißt nun entsprechend wechselweise mal das von der ersten Beleuchtungseinrichtung 10 auf die Banknote 1 gestrahlte und von der Banknote 1 reflektierte Licht und mal das von der zweiten Beleuchtungseinrichtung 11 auf der gegenüberliegenden Seite 14 auf die Banknote 1 gestrahlte und durch die Banknote 1 transmittierte Licht. Der Beleuchtungstakt ist hierbei relativ zum Meßtakt vorzugsweise so schnell gewählt, daß an jedem Meßort entlang einer Meßspur sowohl ein Intensitätssignal I_R für die Reflexion als auch ein Intensitätssignal I_T für die Transmission gemessen wird. D.h. es liegen wiederum für jede einzelne Banknote 1 vollflächige Bilder der Intensitätswerte I_R und I_T bezüglich der Reflexion als auch der Transmission vor. Die Verarbeitung dieser Daten erfolgt genau wie beim erstgenannten Ausführungsbeispiel.
15
20
25

Vorzugsweise werden zur Schmutzerkennung im wesentlichen bestimmte Bereiche im Weißfeld, d.h. in unbedruckten Bereichen, der Banknote 1 ausgewählt, um anhand der dort gemessenen Intensitätswerte den Verschmut-

zungsgrad zu bestimmen. Typische Ausdehnungen solcher Bereiche liegen zwischen 10 und 40 mm. Häufig sind es aber gerade diese Bereiche der Banknoten, in denen sich Wasserzeichen befinden und daher große Dickenschwankungen auftreten.

5

Dies wird anhand von Figur 3 verdeutlicht, welche einen Dickenverlauf an einer Banknote zeigt. Hier ist die Dicke d über dem Ort x auf der Banknote 1 entlang der Transportrichtung R aufgetragen. Das Papier der Banknote hat eine Solldicke d_s von 80 μm , was durch die gestrichelte Linie dargestellt ist.

10

Tatsächlich liegt die mittlere Dicke d_M der Banknote aber bei etwa 50 μm . Lediglich im Bereich w eines Balkenwasserzeichens gibt es ausgesprochen starke Dickenschwankungen, bei denen in einigen Bereichen die Dicke d nahe an die Solldicke d_s von 80 μm herankommt.

15

Bei dem erfindungsgemäßen Meßverfahren werden die Auswirkungen solcher Dickenschwankungen auf die Meßergebnisse nahezu vollständig eliminiert, so daß es ohne weiteres möglich ist, auch in diesen mit Wasserzeichen versehenen Weißfeldern den Verschmutzungsgrad von Banknoten zu messen.

20

Figur 4 zeigt die erfaßten Intensitäten I_T und I_R für den transmittierten bzw. reflektierten Anteil des Lichts über dem Ort x auf der im Zusammenhang mit Figur 3 beschriebenen Banknote 1 mit Balkenwasserzeichen. Die Intensitäten I_R und I_T sind in Form von Anteilen an der auf 1 normierten Gesamt-

25

strahlung aufgetragen. Dementsprechend ist der Gesamtintensitätswert I_s , bestehend aus der Summe der transmittierten und reflektierten Intensität, genau 1. Dies ist in der Figur 4 durch die gestrichelte Gerade dargestellt. Wie deutlich zu erkennen ist, ist die Summe I_s insbesondere im Bereich w des Balkenwasserzeichens gleich 1, was auf eine sehr gute Kompensation des

Einflusses der Dickenvariationen zurückzuführen ist. Wie bereits oben näher ausgeführt, läßt sich eine besonders gute Kompensation durch entsprechende Korrekturen der erfaßten Intensitätswerte I_R bzw. I_T , insbesondere anhand von Dunkelstrommeßwerten und/oder Korrekturfaktoren, erreichen.

5

Im Fall einer Verschmutzung durch Flecken etc. liegt das Summensignal im Bereich der Verschmutzung auf einem von 1 abweichenden, meist niedrigeren Wert, so daß diese durch einen einfachen Vergleich des Summensignals mit dem zu erwartenden Normwert erkannt werden kann.

Bezugszeichenliste

| | | |
|----|-------|--------------------------------|
| | 1 | Banknote |
| | 2 | Meßort |
| 5 | 3 | Beleuchtungssystem |
| | 4 | Detektorsystem |
| | 5 | Beleuchtungssystem |
| | 6 | Detektorsystem |
| | 7 | Beleuchtungseinrichtung |
| 10 | 8 | erste Detektoreinrichtung |
| | 9 | zweite Detektoreinrichtung |
| | 10 | erste Beleuchtungseinrichtung |
| | 11 | zweite Beleuchtungseinrichtung |
| | 12 | Detektoreinrichtung |
| 15 | 13 | erste Seite |
| | 14 | zweite Seite |
| | R | Transportrichtung |
| | I_R | Reflexionsintensität |
| | I_T | Transmissionsintensität |
| 20 | I_B | Beleuchtungsintensität |
| | I_S | Summenintensität |
| | d | Dicke |
| | d_s | Soll-Dicke |
| | d_M | mittlere Dicke |
| 25 | w | Wasserzeichenbereich |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Prüfung eines Wertdokuments (1), bei dem
 - das Wertdokument (1) zumindest in einem Teilbereich mit einer Intensität (I_B) beleuchtet wird und
 - an einem oder mehreren Meßorten (2) die Intensität (I_T) des durch den Teilbereich des Wertdokuments (1) transmittierten Lichts und die Intensität (I_R) des von dem Teilbereich des Wertdokuments (1) reflektierten, insbesondere remittierten, Lichts erfaßt wird,

dadurch gekennzeichnet, daß

 - die Intensitäten (I_T , I_R) des transmittierten und reflektierten Lichts separat erfaßt werden,
 - für den Meßort bzw. die einzelnen Meßorte (2) jeweils die Summe ($I_T + I_R$) der Intensitäten (I_T , I_R) des transmittierten und reflektierten Lichts gebildet wird und
 - die Summe ($I_T + I_R$) mit einem vorgegebenen Normwert (I_S) verglichen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die an dem Meßort bzw. den einzelnen Meßorten (2) erfaßten Intensitätswerte (I_T , I_R) vor der Summenbildung zum Ausgleich örtlich unterschiedlicher Meßbedingungen korrigiert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrektur zum Ausgleich örtlicher Intensitätsschwankungen der bei der Messung gegebenen Beleuchtung erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Korrektur zum Ausgleich örtlich unterschiedlicher Detektorspezifikationen erfolgt.
- 5 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder erfaßte Intensitätswert (I_T , I_R) vor der Summenbildung um einen für den betreffenden Meßort (2) ermittelten Dunkelstrommeßwert (I_{TD} , I_{RD}) reduziert wird.
- 10 6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Ermittlung der Dunkelstrommeßwerte (I_{TD} , I_{RD}) Intensitätsmessungen bei abgeschalteter Beleuchtung durchgeführt werden.
- 15 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder erfaßte, gegebenenfalls um einen Dunkelstrommeßwert (I_{TD} , I_{RD}) reduzierte, Intensitätswert (I_T , I_R) mit einem für den Meßort (2) des jeweiligen Intensitätswerts (I_T , I_R) ermittelten Korrekturfaktor (a , b) multipliziert wird.
- 20 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Korrekturfaktoren (a , b) auf Basis von Intensitätswerten gewonnen werden, welche bei Intensitätsmessungen an Vergleichsdokumenten ermittelt werden.
- 25 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Werdokument (1) in einer Transportrichtung (R) an einem Beleuchtungssystem (3, 5) und einem dazu positionierten Detektorsystem (4, 6) vorbeigeführt wird und mit dem Beleuchtungssystem (3, 5) zumindest auf einer Seite (13, 14) des Werdokuments (1) ein sich quer

zur Transportrichtung (R) erstreckendes Beleuchtungsprofil erzeugt wird.

- 5 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß mit einer Mehrzahl von Detektorelementen, welche quer zur Transportrichtung (R) in einer Reihe positioniert sind, die Intensitätswerte (I_T , I_R) entlang einer Mehrzahl von parallel zur Transportrichtung (R) verlaufenden Meßspuren erfaßt werden.
- 10 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Werdokument (1) von einer Seite (13) beleuchtet wird und daß mit einer im Bereich derselben Seite (13) des Werdokuments (1) positionierten ersten Detektoreinrichtung (8) die Intensität (I_R) des reflektierten Anteils des Lichts und mit einer im Bereich der gegenüberliegenden Seite (14) des Werdokuments (1) positionierten zweiten Detektoreinrichtung (9) die Intensität (I_T) des transmittierten Anteils des Lichts erfaßt werden.
- 15 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Werdokument (1) abwechselnd von einer ersten und einer gegenüberliegenden zweiten Seite (13, 14) beleuchtet wird und mit einer im Bereich der ersten Seite (13) des Werdokuments (1) positionierten Detektoreinrichtung (12) entsprechend abwechselnd die Intensität (I_T) des von der zweiten Seite (14) her durch das Werdokument (1) transmittierten
- 20 Lichts und die Intensität (I_R) des reflektierten Anteils des von der ersten Seite (13) her auf das Werdokument (1) fallenden Lichts erfaßt wird.
- 25

13. Prüfeinrichtung zur Prüfung von Wertdokumenten (1), umfassend

- ein Beleuchtungssystem (3, 5), um ein Wertdokument (1) zumindest in einem Teilbereich mit einer Intensität (I_B) zu beleuchten,
- ein Detektorsystem (4, 6), um an einem oder mehreren Meßorten (2) durch das Wertdokument (1) transmittiertes Licht und vom Wertdokument reflektiertes, insbesondere remittiertes, Licht zu erfassen,

dadurch gekennzeichnet, daß

- das Beleuchtungssystem (3, 5) und das Detektorsystem (4, 6) zur separaten Erfassung der Intensität (I_T , I_R) des transmittierten und des reflektierten Lichts ausgebildet sind und
- eine Auswerteeinheit zur Bildung der Summe ($I_T + I_R$) der Intensitäten (I_T , I_R) des transmittierten und reflektierten Lichts für den Meßort bzw. die einzelnen Meßorte (2) und zum Vergleich der Summe ($I_T + I_R$) mit einem vorgegebenen Normwert (I_S) vorgesehen ist.

14. Prüfvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die

Auswerteeinheit eine Korrektureinheit zur Korrektur der erfaßten Intensitätswerte (I_T , I_R) des transmittierten Lichts und des reflektierten Lichts für den Meßort bzw. die einzelnen Meßorte (2) zum Ausgleich örtlich unterschiedlicher Meßbedingungen sowie eine Additionseinheit zur Addition der korrigierten Intensitätswerte für den Meßort bzw. die betreffenden Meßorte (2) umfaßt.

15. Prüfeinrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die

Korrektureinheit Mittel aufweist, um örtliche Intensitätsschwankungen der bei der Messung durch das Beleuchtungssystem (3, 4) erzeugten Beleuchtung auszugleichen.

16. Prüfeinrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrektereinheit Mittel aufweist, um örtlich unterschiedliche Spezifikationen des Detektorsystems (4, 6) auszugleichen.
- 5 17. Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, gekennzeichnet durch einen Speicher mit für verschiedene Meßorte (2) hinterlegten Dunkelstrommeßwerten (I_{TD} , I_{RD}), welche bei abgeschalteter Beleuchtung erfaßten Transmissions- bzw. Reflexions-Intensitätswerten entsprechen, und/oder mit für verschiedene Meßorte (2) hinterlegten Korrekturfaktoren (a, b) für die bei einer Messung ermittelten Transmissions- oder Reflexions-Intensitätswerte.
- 10
18. Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 17, gekennzeichnet durch eine Transporteinrichtung, um das Werdokument (1) für eine
- 15 Messung in einer Transportrichtung (R) an dem Beleuchtungssystem (3, 5) und dem dazu positionierten Detektorsystem (4, 6) vorbeizuführen.
19. Prüfeinrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungssystem (3, 5) ein sich quer zur Transportrichtung (R) erstreckendes Beleuchtungsprofil erzeugt.
- 20
20. Prüfeinrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Detektorsystem (4, 6) eine Detektoreinrichtung (8, 9, 12) aufweist, welche eine Mehrzahl von quer zur Transportrichtung (R) in einer Reihe positionierten Detektorelementen umfaßt.
- 25
21. Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungssystem (3) eine Beleuchtungseinrichtung (7) aufweist, welche das Werdokument (1) von einer ersten Sei-

te (13) aus beleuchtet, und daß das Detektorsystem (4) eine erste Detektoreinrichtung (8) aufweist, welche

- der Beleuchtungseinrichtung (7) zugeordnet ist,
- auf derselben Seite (13) des Werdokuments (1) positioniert ist und
- 5 - die Intensität (I_R) des reflektierten Anteils des Lichts erfaßt,

und eine zweite Detektoreinrichtung (9) aufweist, welche

- der Beleuchtungseinrichtung (7) zugeordnet ist,
- auf der gegenüberliegenden Seite (14) des Werdokuments (1) positioniert ist und

- 10 - die Intensität (I_T) des transmittierten Anteils des Lichts erfaßt.

22. Prüfeinrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungssystem (5)

- eine erste Beleuchtungseinrichtung (10), welche das Werdokument
- 15 (1) zumindest in einem Teilbereich von einer ersten Seite (13) her beleuchtet,

- eine zweite Beleuchtungseinrichtung (11), welche das Werdokument (1) in dem Teilbereich von einer zweiten Seite (14) her beleuchtet, und

- 20 - eine Steuereinrichtung aufweist, welche die Beleuchtungseinrichtungen (10, 11) derart ansteuert, daß abwechselnd die erste oder die zweite Beleuchtungseinrichtung (10, 11) das Werdokument (1) beleuchtet,
- und daß das Detektorsystem (6) eine auf der ersten Seite (13) angeordnete, den beiden Beleuchtungseinrichtungen (10, 11) zugeordnete
- 25 Detektoreinrichtung (12) aufweist, um abwechselnd die Intensität (I_T) des von der zweiten Seite (14) her durch das Werdokument (1) transmittierten Lichts oder die Intensität (I_R) des reflektierten Anteils des von ersten Seite (13) her auf das Werdokument (1) fallenden Lichts zu erfassen.

Zusammenfassung

- Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine entsprechenden Prüfvorrichtung zur Prüfung eines Werdokuments (1), bei dem das Werdokument (1)
- 5 zumindest in einem Teilbereich mit einer Intensität (I_B) beleuchtet wird und an verschiedenen Meßorten (2) die Intensität (I_T) des durch den Teilbereich des Werdokuments (1) transmittierten Lichts und die Intensität (I_R) des von dem Teilbereich des Werdokuments (1) reflektierten Lichts erfaßt wird.
- 10 Zur Elimination des Einflusses von Dickenschwankungen im Werdokument bei gleichzeitig einfacher Prüfung ist vorgesehen, daß die Intensitäten (I_T , I_R) des transmittierten und reflektierten Lichts separat erfaßt werden, für die verschiedenen Meßorte (2) jeweils die Summe ($I_T + I_R$) der Intensitäten (I_T , I_R) des transmittierten und reflektierten Lichts gebildet wird und die Summe (I_T
- 15 $+ I_R$) mit einem vorgegebenen Normwert (I_S) verglichen wird.

(Fig. 1)

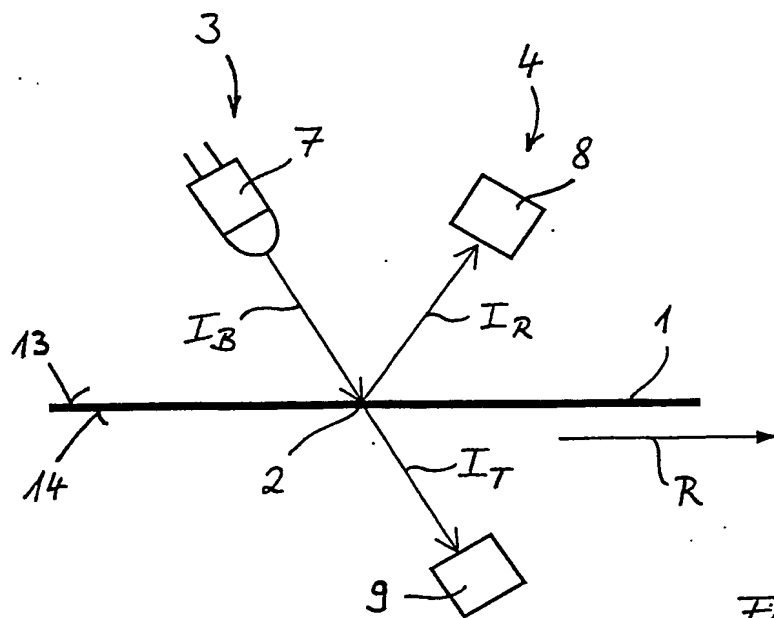


Fig. 1

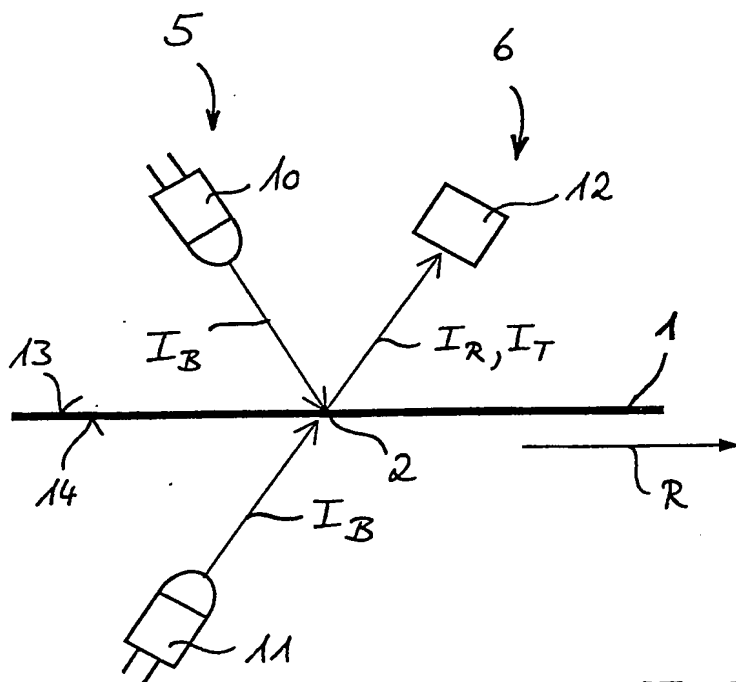


Fig. 2

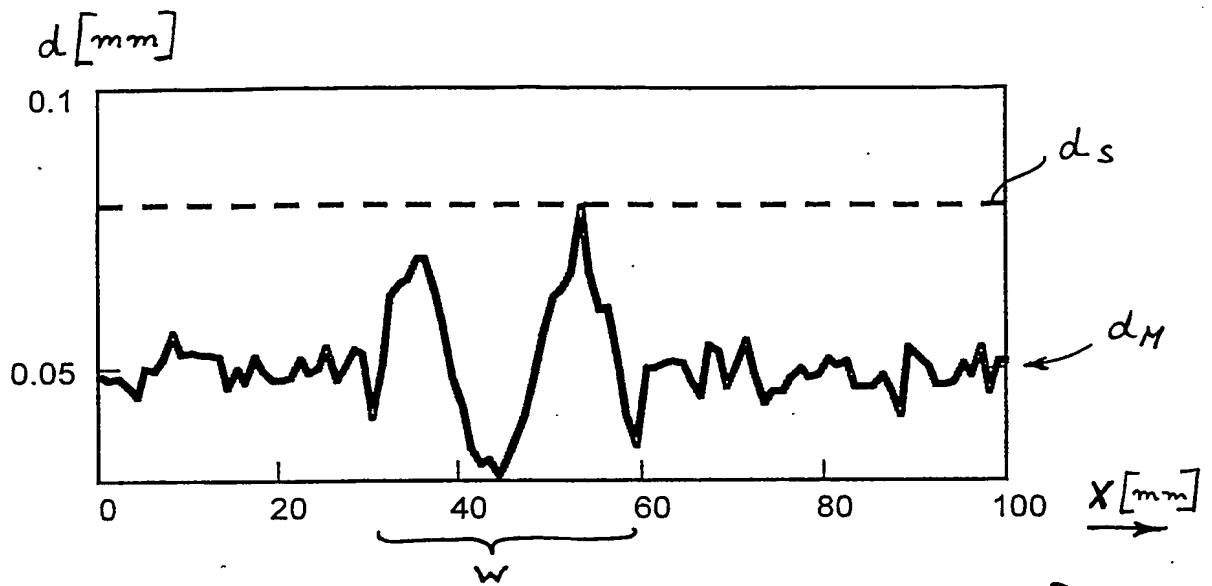


Fig. 3

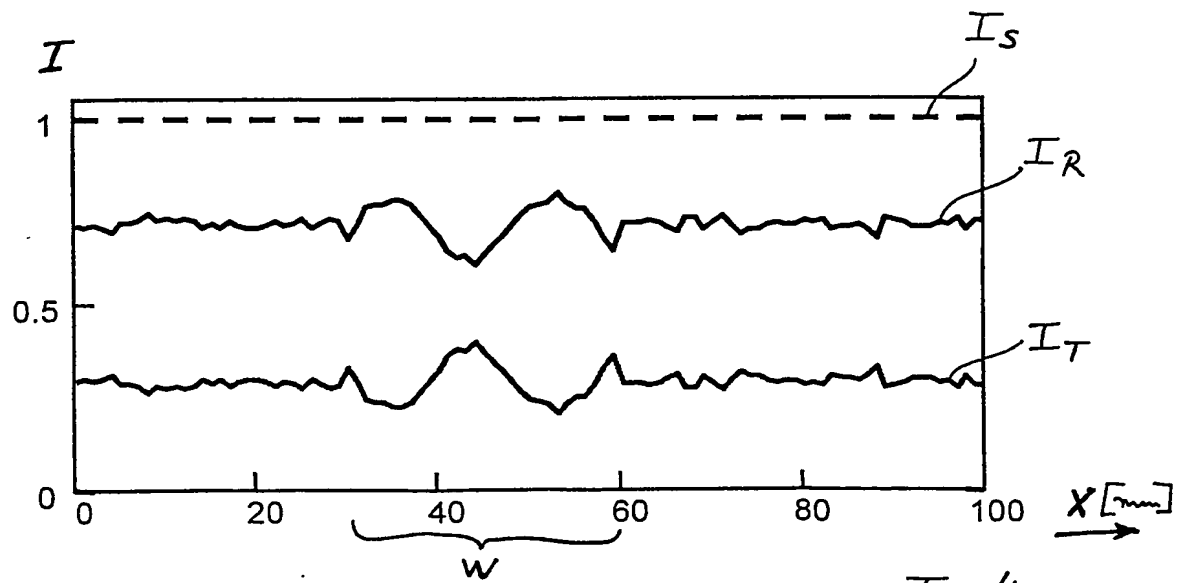


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.